

Une lunette pour voir la Lune

CONTEXTE DU SUJET

La lunette est l'instrument du débutant, mais c'est aussi le premier instrument d'observation qu'un homme, **Galilée** en l'occurrence, pointa vers le ciel. Grâce à sa fameuse lunette, l'astronome fit une multitude de découvertes dont celle des satellites de Jupiter.

Serions nous capables avec une lunette astronomique « faite maison » d'observer le cratère Képler à la surface de la Lune ?

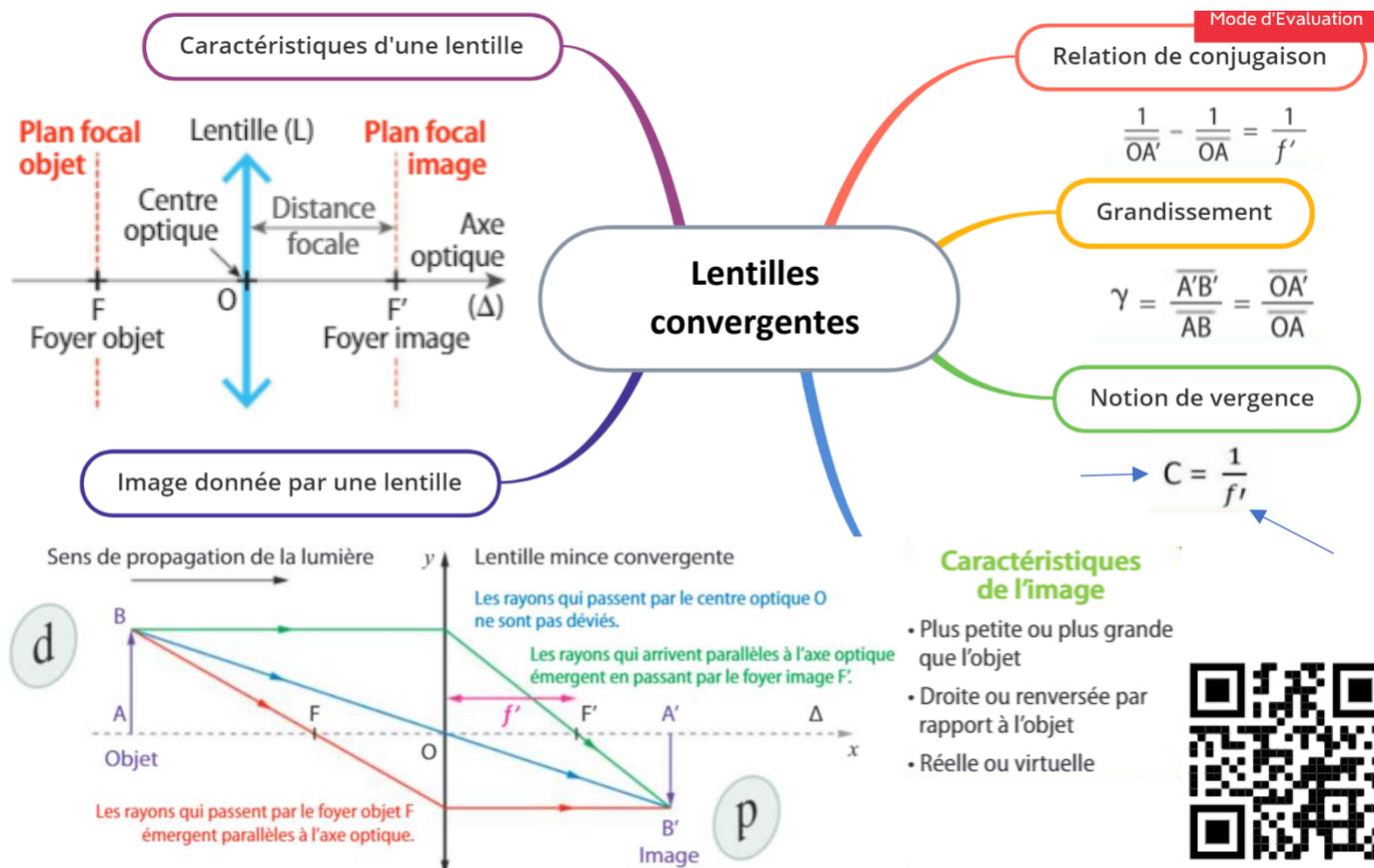
QUELQUES DOCUMENTS

1 Le cratère Kepler à la surface de la Lune



Situé à une distance de 376 300 km d'un observateur situé à la surface de la Terre, Kepler est un cratère de la Lune ayant un diamètre $d = 32$ km.

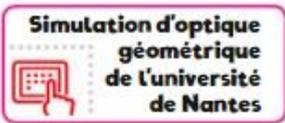
Document 1 : Rappels sur les lentilles



Dans cet exemple, l'image est observable sur un écran derrière la lentille, elle est réelle.

[Revoir la construction](#)

Document 2 : La lunette astronomique



L'oculaire de la lunette

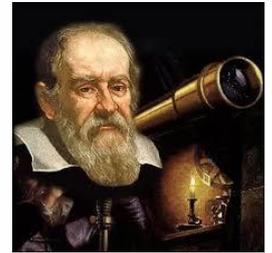
L'oculaire est une lentille convergente donnant d'un objet situé dans son plan focal une image à l'infini dont la taille sera la plus grande possible.

L'objectif de la lunette

L'objectif est une lentille convergente qui doit permettre d'obtenir l'image intermédiaire la plus grande possible située dans son plan focal image.

Image virtuelle

Lorsqu'un objet se trouve au foyer objet d'une lentille convergente, son image est virtuelle et se trouve à l'infini. Pour observer cette image, il suffit de placer son œil en face de l'oculaire en ayant préalablement diminué l'intensité lumineuse de la source de lumière éclairant l'objet.



Document 3 : Modélisation de la lunette astronomique

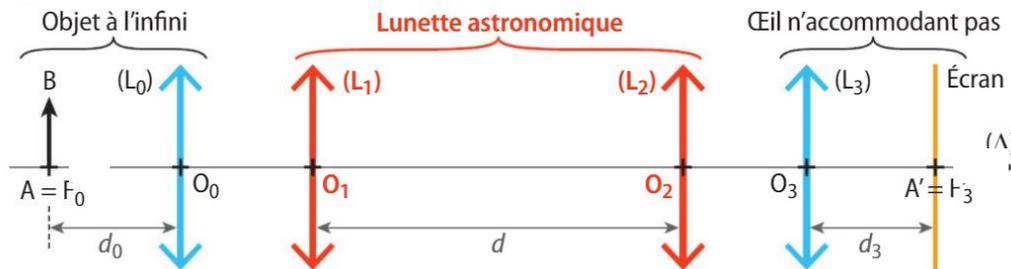
L'objectif L_1 donne d'un objet à l'infini $A_\infty B_\infty$, une image intermédiaire $A_1 B_1$ qui sert d'objet pour l'oculaire L_2 . L'œil placé au cercle oculaire observe l'image définitive $A_2 B_2$.

VOCABULAIRE

► Une lunette astronomique qui donne d'un objet à l'infini une image à l'infini est dite **afocale**.

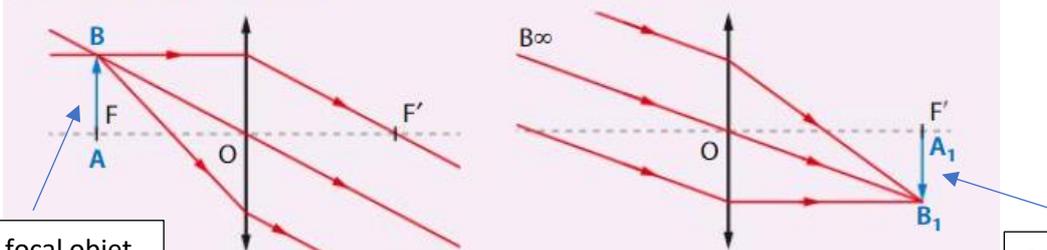
Matériel

- Un banc d'optique avec supports
 - Un objet-source
 - Deux écrans blancs
 - Quatre lentilles convergentes (L_0 , L_1 , L_2 et L_3) de vergences C_0 , C_1 , C_2 et C_3
- Exemples de valeurs (à adapter en fonction du matériel disponible) :
- | | |
|---------------------|---------------------|
| $C_0 = 10,0 \delta$ | $C_1 = 2,0 \delta$ |
| $C_2 = 8,0 \delta$ | $C_3 = 10,0 \delta$ |



Document 4 : Objet et image à l'infini

Un faisceau parallèle provenant de l'infini converge en un point du plan focal image, appelé foyer secondaire image, sa position dépend de l'inclinaison des rayons. Les rayons issus d'un point du plan focal objet d'une lentille émergent parallèlement de la lentille.



Plan focal objet

Plan focal image

Document 4 : Grossissement d'une lunette astronomique

Le grossissement d'une lunette astronomique est défini par :

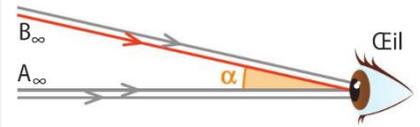
α' : le diamètre apparent de l'image donnée par la lunette

f'_1 : distance focale de l'objectif

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{f'_1}{f'_2}$$

α : le diamètre apparent de l'objet

f'_2 : distance focale de l'oculaire



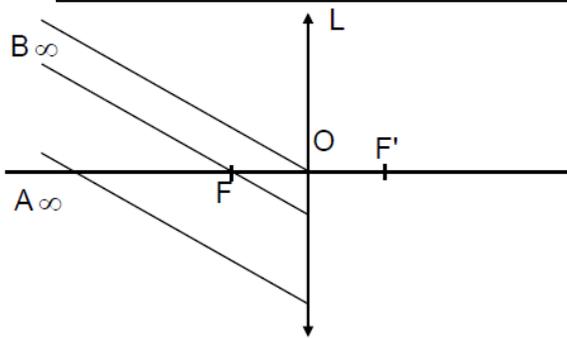
Doc. 5 Diamètre apparent.

ANALYSER -REALISER

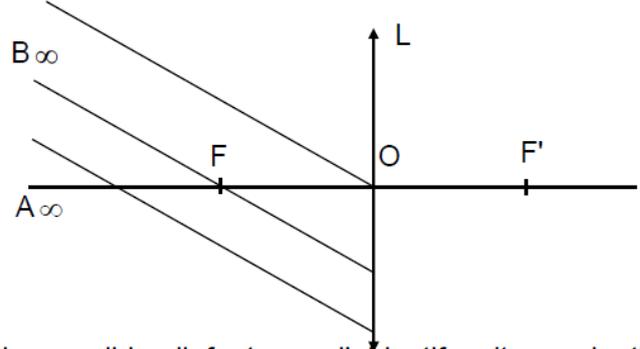
1. Redémontrer les affirmations du document 3 en appliquant la relation de conjugaison d'une lentille de distance focale f' .

2. Construire l'image intermédiaire A_1B_1 sur les deux schémas ci-dessous.

Construction de l'image d'un objet à l'infini avec une lentille de courte distance focale



Construction de l'image d'un objet à l'infini avec une lentille de grande distance focale



3. Compléter les phrases ci-dessous :

Pour obtenir une image intermédiaire la plus grande possible, il faut que l'objectif soit une lentille convergente de distance focale la plus possible.

Ainsi sa vergence C doit être la plus possible.

4. Calculer les distances focales de chaque lentille utilisée f'_0, f'_1, f'_2 et f'_3 (voir document 2)

➤ **Simulation expérimentale d'un objet situé à l'infini et d'œil n'accommodant pas**

On dispose d'un objet AB et d'une lentille convergente L_0 . On veut que son image $A_\infty B_\infty$ se forme à l'infini, simulant ainsi un objet astronomique très éloigné.

5. Où doit être placé l'objet AB par rapport à la lentille L_0 ? Que vaut d_0 sur le schéma du document 2 ?

Pour pouvoir visualiser l'image d'un objet à l'infini directement sur un écran, on va simuler un œil normal au repos sur le banc optique à l'aide d'une lentille L_3 et d'un écran jouant respectivement les rôles du cristallin et de la rétine.

6. Où doit être placé l'écran par rapport à la lentille L_3 ? Que vaut d_3 sur le schéma du document 2 ?

Protocole 1 Simulation d'un objet à l'infini et d'un œil n'accommodant pas

- À l'extrémité gauche du banc d'optique, placer un objet-source.
- Placer la lentille (L_0) de sorte que l'objet-source soit dans son plan focal objet.
- À l'extrémité droite du banc d'optique, placer un écran (simulant la rétine).
- Placer la lentille (L_3) (simulant le cristallin) de sorte que l'écran soit dans son plan focal image. Si on est amené à déplacer ce modèle de l'œil, on veillera à le déplacer en bloc en maintenant constante la distance lentille-écran.

➔ Réaliser le protocole 1



Pour vérifier le montage

➤ **Simulation expérimentale de la lunette astronomique**

7. En reprenant la réponse à la question 1, indiquer à quelle distance d_1 de l'objectif L_1 se fera l'image intermédiaire A_1B_1 .

8. En relisant attentivement le document 1, indiquer à quelle position par rapport à l'oculaire L_2 doit être formée cette image intermédiaire. En déduire la distance d_2 correspondante.

9. Déduire des deux questions précédentes la distance d séparant l'objectif de l'oculaire de la lunette astronomique.

Protocole 2 Insertion de la lunette astronomique

- Placer, entre l'objet à l'infini et l'œil, la lentille (L_1), objectif de la lunette.
- Rechercher, à l'aide d'un écran ou d'une feuille de papier, l'image formée par cette lentille. On nommera cette image A_1B_1 .
- Placer la lentille (L_2) (oculaire de la lunette) avec A_1B_1 dans son plan focal objet. Ces deux lentilles (L_1) et (L_2) forment la lunette astronomique. Si on est amené à la déplacer, on veillera à maintenir constante la distance entre ces deux lentilles.

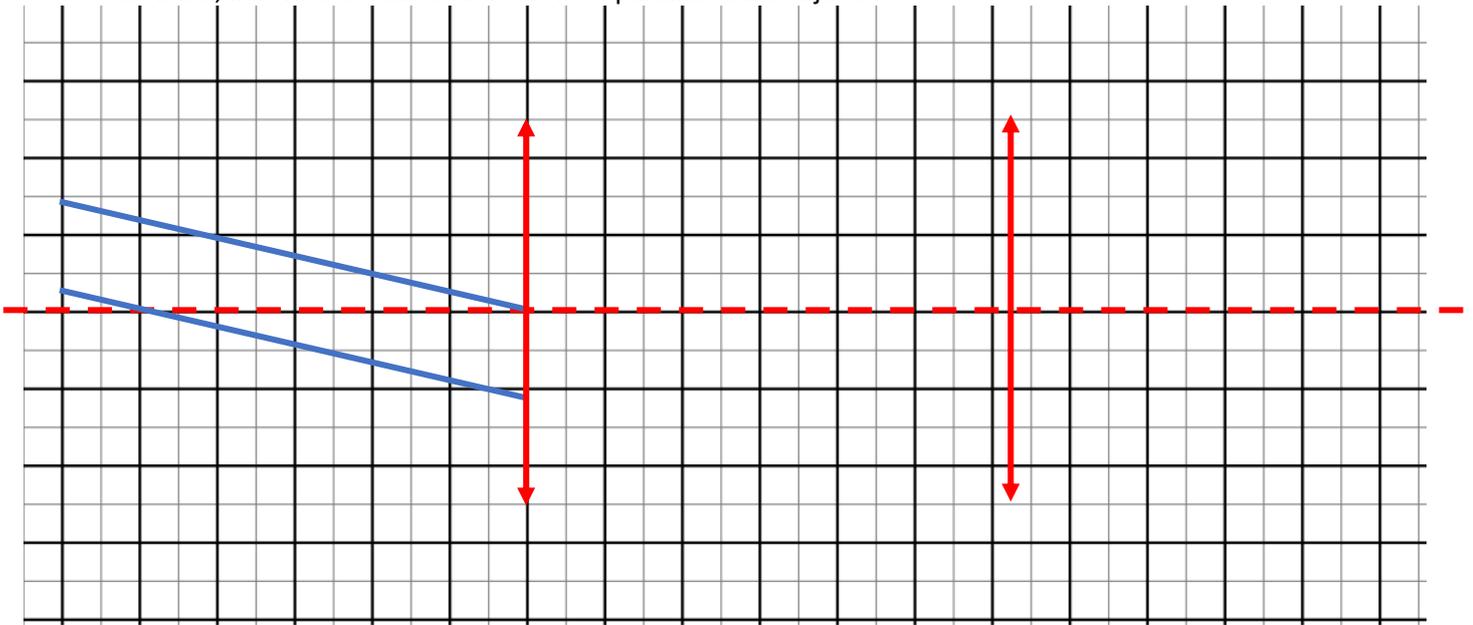
➔ Réaliser le protocole 2 (on ajustera si nécessaire la position de L_2 afin d'obtenir une image définitive nette sur la rétine), compléter le tableau ci-dessous et commenter.



Pour vérifier le montage

Position de l'image intermédiaire A_1B_1 par rapport à L_1	$O_1A_1 = \dots\dots\dots$
Position de l'image intermédiaire A_1B_1 par rapport à L_2	$A_1O_2 = \dots\dots\dots$
Distance séparant les deux lentilles	$O_1O_2 = \dots\dots\dots$
Caractéristiques de l'image intermédiaire A_1B_1	Agrandie, réduite ou identique / droite ou renversée

10. Représenter le schéma correspondant au montage réalisé (on ne fera apparaître que la lunette). L'objet étant à l'infini, il envoie un faisceau de lumière parallèle sur l'objectif.



➤ **Calcul du grossissement de la lunette astronomique**

11. L'angle α sous lequel on observerait à l'œil nu l'objet $A_\infty B_\infty$ est appelé le diamètre apparent. Représenter cet angle sur le schéma ci-dessus. Sur le même schéma, indiquer le diamètre apparent α' de $A_2 B_2$. (angle sous lequel l'œil observe l'image définitive à travers l'oculaire).

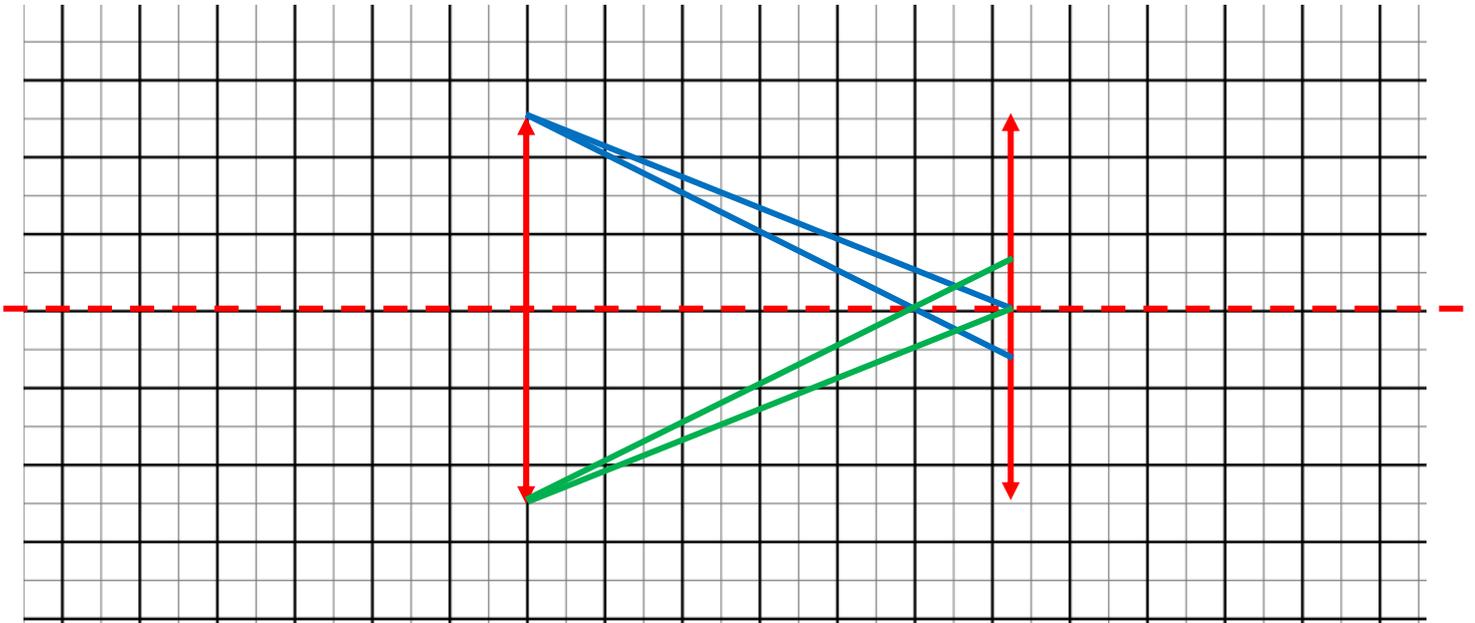
12. A l'aide de vos tracés, démontrer la formule de grossissement donnée dans le document 4 et le calculer. (on se placera dans l'approximation des petits angles).

➤ **Où positionner son œil ?**

13. Qu'est-ce qui limite la luminosité de l'image donnée par la lunette astronomique ?

14. On appelle **cercle oculaire**, l'image de la monture de l'objectif par l'oculaire. C'est à cet endroit qu'il faut placer la pupille de l'œil pour recevoir le maximum de lumière en provenance de l'objet visé. Proposer une construction du cercle oculaire par où passent tous les rayons qui entrent dans l'objectif.





15. A l'aide de la formule de conjugaison de Descartes, déterminer par le calcul la position du centre C du cercle oculaire ; on écrira que C est l'image conjuguée du centre optique O_1 de l'objectif par l'oculaire. Vérifier sur votre schéma.



16. Soit D le diamètre de l'objectif et d le diamètre du cercle oculaire, montrer que $d = \frac{D}{G}$ puis le calculer.

→ Ne conserver sur le banc optique que l'objectif l'oculaire en respectant la distance entre ces lentilles. Placer le banc sur votre épaule et aller observer un objet situé à l'extérieur de la salle.

!!!!!!!NE PAS OBSERVER LE SOLEIL !!!!!

VALIDER

Déterminer le diamètre apparent de la lune observée depuis la Terre puis préciser si ce cratère peut être observé distinctement avec notre lunette astronomique sachant que **l'œil humain peut voir net tout objet dont le diamètre apparent est supérieur à 1/60 de degré.**



Sur la notice d'une lunette astronomique commerciale on peut lire deux valeurs : 250 et 80. Le premier nombre indiqué est sans dimension et le second est exprimé en mm. À quelles caractéristiques de la lunette correspondent ces deux nombres ?